

PAT-NO: JP411213892A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11213892 A  
TITLE: PLASMA DISPLAY PANEL  
PUBN-DATE: August 6, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KADO, HIROYUKI	N/A
OTANI, MITSUHIRO	N/A
AOKI, MASAKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP10008996

APPL-DATE: January 20, 1998

INT-CL (IPC): H01J011/02, G09F009/313 , H01J009/227 , H01J017/04

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma display panel capable of being operated with high light-emitting efficiency even when it is of a fine cell structure by further enhancing the light-emitting efficiency than those of the conventional cases.

**SOLUTION:** In each cell, a first phosphor layer 31 is formed evenly over the whole surface of a protective layer 14 on a front surface panel 10. However, it is notched on a surface of a display electrode 12. On the other hand, a second phosphor layer 32 is formed on a surface of a visible light-reflecting layer 23 and on a side surface of a barrier rib 30 between barrier ribs 30, 30

on a back surface panel 20. A filling rate of the first phosphor layer 31 is set smaller than that of the second phosphor layer 32.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 J 11/02  
G 0 9 F 9/313  
H 0 1 J 9/227  
17/04

H 0 1 J 11/02 B  
G 0 9 F 9/313 Z  
H 0 1 J 9/227 E  
17/04

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 E D)

(21) 出願番号 特願平10-8996

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月20日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 加道 博行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 大谷 光弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 青木 正樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

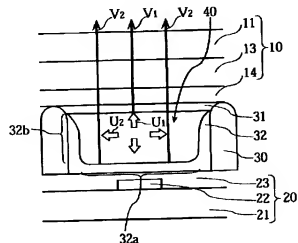
(74) 代理人 弁理士 中島 司朗

(54) 【発明の名称】 プラズマディスプレイパネル

(57) 【要約】

【課題】 発光効率を従来より高めることによって、微細なセル構造の場合にも高い発光効率で動作させることのできるプラズマディスプレイパネルを提供する。

【解決手段】 各セル内において、第1の蛍光体層31は、前面パネル10上の保護層14上のほぼ全面に均一的に形成されている。ただし、表示電極12の表面上の箇所では切り欠かれている。一方、第2の蛍光体層32は、背面パネル20上の隔壁30と隔壁30の間において、可視光反射層23の表面上と隔壁30の側面上にわたって形成されている。第1の蛍光体層31の充満率d1は、第2の蛍光体層32の充満率d2よりも小さく設定してある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の電極が表面に配設されたフロントカバープレートと、第2の電極が表面に配設されたバックプレートとが、当該第1及び第2の電極を対向させた状態で間隔を置いて配せると共に、上記両プレートの間隙が隔壁で仕切られ、当該隔壁で仕切られた空間内には、蛍光体層が配設されていると共に残余の空間に放電可能なガス媒体が封入されているプラズマディスプレイパネルにおいて、

上記蛍光体層は、上記バックプレートの表面上と上記隔壁の壁面と上記フロントカバープレートの表面上とにわたって配設されると共に、フロントカバープレートにおける蛍光体層の空隙率は、バックプレート及び隔壁における蛍光体層の空隙率よりも大きいことを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項2】 第1の電極が表面に配設されたフロントカバープレートと、第2の電極が表面に配設されたバックプレートとが、当該第1及び第2の電極を対向させた状態で間隔を置いて配せると共に、上記両プレートの間隙が隔壁で仕切られ、当該隔壁で仕切られた空間内には、蛍光体層が配設されていると共に残余の空間に放電可能なガス媒体が封入されているプラズマディスプレイパネルにおいて、

上記蛍光体層は、上記バックプレートの表面上と上記隔壁の壁面と上記フロントカバープレートの表面上とにわたって配設されると共に、フロントカバープレートにおける蛍光体層の充填率は、バックプレート及び隔壁における蛍光体層の充填率よりも小さいことを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項3】 第1の電極が表面に配設されたフロントカバープレートと、第2の電極が表面に配設されたバックプレートとが、当該第1及び第2の電極を対向させた状態で間隔を置いて配せると共に、上記両プレートの間隙が隔壁で仕切られ、当該隔壁で仕切られた空間内には、蛍光体層が配設されていると共に残余の空間に放電可能なガス媒体が封入されているプラズマディスプレイパネルにおいて、

上記蛍光体層は、上記バックプレートの表面上と上記隔壁の壁面と上記フロントカバープレートの表面上とにわたって配設されると共に、平均粒径をA、所定の分布範囲での最大粒径をdmax、最小粒径をdminとし $x=100 \cdot A / (A+dmax-dmin)$ で表されるxを粒径集中度(%)と定義した場合に、上記フロントカバープレートにおける蛍光体層は、その形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度が、上記バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度よりも大きいことを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項4】 フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の上記粒径集中度xは、50%以上であることを特徴とする請求項3記載のプラズ

マディスプレイパネル。

【請求項5】 フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の上記粒径集中度xは、80%以上であることを特徴とする請求項3記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項6】 上記バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の上記粒径集中度xは、50%未満であることを特徴とする請求項3記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項7】 第1の電極が表面に配設されたフロントカバープレートと、第2の電極が表面に配設されたバックプレートとが、当該第1及び第2の電極を対向させた状態で間隔を置いて配せると共に、上記両プレートの間隙が隔壁で仕切られ、当該隔壁で仕切られた空間内には、蛍光体層が配設されていると共に残余の空間に放電可能なガス媒体が封入されているプラズマディスプレイパネルにおいて、

上記蛍光体層は、上記バックプレートの表面上と上記隔壁の壁面と上記フロントカバープレートの表面上とにわたって配設されていると共に、蛍光体粒子の中心点から粒子表面の最も近い点までの距離をa、最も近い点までの距離をcとし、 $c/a$ を粒子の球状度と定義した場合に、上記フロントカバープレートにおける蛍光体層は、その形成に用いる蛍光体粒子の球状度が、上記バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の球状度よりも大きいことを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項8】 上記フロントカバープレートにおける蛍光体層は、第一の電極に対応する領域を除いて形成されていることを特徴とする請求項1～7の何れかに記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項9】 電極が表面に配設されたフロントカバープレートの当該表面に、第1の蛍光体層を形成する第1ステップと、表面に隔壁が形成されると共に当該隔壁間に凹部が形成されているバックプレートの当該凹部に、第2の蛍光体層を形成する第2ステップと、フロントカバープレートとバックプレートとを、上記第1の蛍光体層と第2の蛍光体層を対向させた状態で平行に配すると共に、上記凹部に放電可能なガス媒体を封入する第3ステップとを備えるプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、

平均粒径をA、所定の分布範囲での最大粒径をdmax、最小粒径をdminとし $x=100 \cdot A / (A+dmax-dmin)$ で表されるxを粒径集中度(%)と定義した場合に、第1ステップにおける第1の蛍光体層の形成には、第2ステップにおける第2の蛍光体層の形成に用いる蛍光体の粒径集中度よりも大きい蛍光体を用いていることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項10】 電極が表面に配設されたフロントカバープレートの当該表面に、第1の蛍光体層を形成する第

1ステップと、表面に隔壁が形成されると共に当該隔壁間に凹部が形成されているバックプレートとの当該凹部に、第2の蛍光体層を形成する第2ステップと、フロントカバープレートとバックプレートとを、上記第1の蛍光体層と第2の蛍光体層を向させた状態で平行に配すると共に、上記凹部に放電可能なガス媒体を封入する第3ステップとを備えるプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、

蛍光体粒子の中心点から粒子表面の最も近い点までの距離を $a$ 、最も近い点までの距離を $c$ とし、 $c/a$ を粒子の球状度と定義した場合に、第1ステップにおける第1の蛍光体層の形成には、第2ステップにおける第2の蛍光体層の形成に用いる蛍光体の球状度よりも大きい蛍光体を用いていることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項11】 フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成には、上記粒径集中度 $x$ が50%以上の蛍光体を用いることを特徴とする請求項9記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項12】 フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成には、上記粒径集中度 $x$ が80%以上の蛍光体を用いることを特徴とする請求項9記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項13】 上記バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成には、上記粒径集中度 $x$ が50%未満の蛍光体を用いることを特徴とする請求項9記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、文字あるいは画像表示用のカラーテレビジョン受像機やディスプレイ等に使用するプラズマディスプレイパネル(Plasma Display Panel、以下「PDP」と記載する。)に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ハイビジョンを始めとする高品位で大画面のテレビに対する期待が高まっている中で、CRT、液晶ディスプレイパネル(以下、LCDと記載する。)といった各分野において、これに適したディスプレイの開発が進められている。

【0003】まず、従来からテレビのディスプレイパネルとして広く用いられているCRTが考えられるわけであるが、CRTは解像度・画質の面でPDPや液晶に対して優れているものの、奥行きと重量の面で40インチ以上の大画面にはあまり向いていない。また、液晶は消費電力が少なく、駆動電圧も低いという優れた性能を有しているが、画面の大きさと視野角に限界がある。

【0004】これに対して、PDPは、小さい奥行きで大画面を実現することが可能であって、既に40インチクラスの製品も開発されている。

【0005】このPDPは、駆動方式によって直流型(DC型)と交流型(AC型)とに大別され、DC型では、一般的に電極が放電空間に露出し隔壁が井桁状に形成されているのに対して、AC型では、電極上に誘電体ガラス層が配設され隔壁がストライプ状に形成されており、微細なセル構造を形成するのに適した構造となっている。

【0006】図9は、交流型(AC型)のPDPの一例を示す概略断面図である。

【0007】図9において61は、前面ガラス基板であり、この前面ガラス基板61上に表示電極62が配設され、その上から誘電体ガラス層63及び酸化マグネシウム(MgO)からなる誘電体保護層64で覆われている(例えば、特開平5-342991号公報参照)。

【0008】また、65は、背面ガラス基板であり、この背面ガラス基板65上には、アドレス電極66及び隔壁67がストライプ状に設けられ、隔壁67と隔壁67との間の凹部には、蛍光体68が配設されている。蛍光体68は、カラー表示するために、赤色蛍光体68R、緑色蛍光体68G、青色蛍光体68Bの3色が順に配置された構成である。また、この凹部には放電ガスが封入されて、放電空間69が形成されている。

【0009】PDPの発光原理は、基本的に蛍光灯と同様であって、放電に伴って放電ガスから紫外線が放出され、蛍光体層の蛍光体粒子(赤、緑、青)がこの紫外線を受けて励起発光するが、放電エネルギーが紫外線へ変換する効率や、蛍光体における可視光への変換効率が低いので、蛍光灯のように高い輝度を得ることは難しい。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、高品位ディスプレイに対する要求が高まるに伴い、PDPにおいても微細なセル構造の実用化が望まれるが、紫外線の放射効率は放電空間が小さくなるに従って悪くなるので、詳細なセル構造のPDPを実用化するためには、従来よりも更に発光効率を高める必要がある。

【0011】例えば、従来のNTSCではセル数が $640 \times 480$ で、40インチクラスではセルピッチが $0.43 \text{ mm} \times 1.29 \text{ mm}$ 、1セル面積が約 $0.55 \text{ mm}^2$ である(例えば、機能材料1996年2月号Vol.16, No.2, ページ7)。

【0012】これに対して、フルスクールのハイビジョンテレビの画素レベルでは、画素数が $1960 \times 1125$ となり、42インチクラスでのセルピッチは $0.15 \text{ mm} \times 0.48 \text{ mm}$ 、1セルの面積は $0.072 \text{ mm}^2$ の細かさになる。そして、42インチのハイビジョンテレビ用のPDPを従来どおりのセル構成で作製した場合、パネル発光効率が、NTSCの場合に比べて $1/7 \sim 1/8$ 程度になり、 $0.15 \sim 0.17 \text{ mW/程度}$

に低下する。

【0013】本発明は、このような背景の下でなされたものであって、発光効率を従来より高めることによって、微細なセル構造の場合にも高い発光効率で作動させることのできるPDPを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の電極が表面に配置されたフロントカバープレートと、第2の電極が表面に配置されたバックプレートとが、当該第1及び第2の電極を対向させた状態で間隔をおいて配されと共に、上記両プレートの間隙が隔壁で仕切られ、当該隔壁で仕切られた空間内には、蛍光体層が配設されていると共に残余の空間に放電可能なガス媒体が封入されているプラズマディスプレイパネルにおいて、上記蛍光体層は、上記バックプレートの表面上と上記隔壁の壁面と上記フロントカバープレートの表面上とにわたって配設されると共に、フロントカバープレートにおける蛍光体層の空率率（充填率）は、バックプレート及び隔壁における蛍光体層の空率率（充填率）よりも大きい（小さい）ことを特徴とする。

【0015】また、平均粒径を $A$ 、所定の分布範囲での最大粒径を $d_{max}$ 、最小粒径を $d_{min}$ とし $x = 100 \cdot A / (A + d_{max} - d_{min})$ で表される $x$ を粒径集中度（％）と定義した場合に、上記フロントカバープレート側の蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度は、上記バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度よりも大きいことを特徴とする。

【0016】ここで、フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度 $x$ を50％以上とすることが望ましい。

【0017】また、フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度 $x$ を80％以上とすることがより望ましい。

【0018】更に、バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度 $x$ を50％未満とすることが望ましい。

【0019】また、蛍光体粒子の中心点から粒子表面の最も遠い点までの距離を $a$ 、最も近い点までの距離を $c$ とし、 $c/a$ を粒子の球状度と定義した場合に、上記フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の球状度は、上記バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の球状度よりも大きいPDPによっても上記目的を達成することができる。

【0020】ここで、上記フロントカバープレートにおける蛍光体層を、第一の電極に対応する領域を除いて形成してある構成がより望ましい。

【0021】加えて、上記ガス媒体の封入圧を760〜4000Torrに設定すればより望ましい。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態に係るPDPについて図面を参照しながら具体的に説明する。

【0023】図1は、本実施の形態の交流放電型PDPの概略を示す斜視図である。

【0024】また、図2は、図1のX-Y線矢視断面図、図3は、図1のY-Y線矢視断面図である。

【0025】このPDPは、前面ガラス基板11上に表示電極（放電電極）12と誘電体ガラス層13、保護層14とが配された前面パネル（フロントカバープレート）10と、背面ガラス基板21上にアドレス電極22、可視光反射層23が配された背面パネル（バックプレート）20とが、表示電極12とアドレス電極22とを対向させた状態で間隔をおいて互いに平行に配され、前面パネル10と背面パネル20との間隙は、隔壁30・・・で仕切られてセル空間40・・・が形成され、当該空間40内に放電ガスが封入されている。また、このセル空間40内において、前面パネル10側に第1の蛍光体層31、背面パネル20側に第2の蛍光体層32が配設された構成となっている。

【0026】表示電極12及びアドレス電極22は、共にストライプ状の細電極であって、直交マトリックスを組む方向に配設されている。

【0027】誘電体ガラス層13は、前面ガラス基板11の表示電極12が配された表面全体を覆い、20 $\mu$ m程度の厚さを有する鉛ガラスなどからなる層である。

【0028】保護層14は、酸化マグネシウム（MgO）からなる薄膜であって、誘電体ガラス層13の表面を覆っている。Protective layer MgO

【0029】可視光反射層23は、背面ガラス基板21のアドレス電極22が配されている表面全体を覆い、酸化チタンを含む誘電体ガラス（鉛ガラス）からなる層であって、可視光反射機能と誘電体層としての機能を合わせ持つものである。dielectric layer TiO<sub>2</sub>

【0030】隔壁30は、背面パネル20の可視光反射層23の表面上に突設されており、アドレス電極22に沿ってストライプ状に形成されている。

【0031】（蛍光体層の形状並びに発光機能）各セル内において、第1の蛍光体層31は、前面パネル10上の保護層14上の略全面に均一的に形成されている。ただし、図3に示されるように、表示電極12の表面上の箇所は切り欠かれている（図3中14a）。

【0032】このように切り欠き14aを設ければ、この場所において保護層14の表面が放電空間に対して露出するので、PDP駆動時において表示電極12による放電空間に対する放電が蛍光体層によって妨げられることなく行われる。

【0033】また、放電空間で放電中に発生するイオンは、表示電極12に向かって移動するので、切り欠き14a以外の部分では、放電時に蛍光体層に加わるイオン

衝撃は大きくないけれども、この切り欠き14aのところに蛍光体層があると、その部分がイオン衝撃によって経時的に劣化しやすいことになる。従って、上記のように切り欠き14aを設ければ、蛍光体層の経時的な劣化を抑え、発光効率の経時的な低下を抑えることができる。

【0034】一方、図2に示されるように、第2の蛍光体層32は、前面パネル20上の隔壁30と隔壁30との間において、可視光反射層23の表面上と隔壁30の側面上にわたって形成されている。

【0035】詳しくは、蛍光体層の表面積が大きく且つ放電空間の容積が大きく確保されるように、第2の蛍光体層32には、前面ガラス基板21の表面に沿って形成された背面部32aと隔壁30の表面(壁面)に沿って形成された側面部32bとを有する形状となっている。

【0036】次に、本実施の形態のPDPにおいては、図9のような従来例と比べて発光効率を向上できる理由について、図2を参照しながら説明する。

【0037】PDPの駆動時には、表示電極12間の放電に伴って放電空間では紫外光が発生する。この紫外光は、第1の蛍光体層31の方へ向かうもの(図2中の白抜き矢印U1)と、第2の蛍光体層32の方へ向かうもの(図2中の白抜き矢印U2)とが含まれている。そして、第1の蛍光体層31が、前者の紫外光U1を可視光に変換する働きをなし、第2の蛍光体層32は、後者の紫外光U2を可視光に変換する働きをなす。

【0038】第2の蛍光体層32で変換された可視光の中で第1の蛍光体層31及び前面パネル10を通過するもの(図2中の太線矢印V2)と、第1の蛍光体層31で変換された可視光の中で前面パネル10を通過するもの(図2中の太線矢印U1)との2つが、主としてパネルの輝度に寄与するものと考えられる。

【0039】即ち、図9の従来例のように、前面ガラス基板61側に蛍光体層が配設されていない場合には、放電により発生した紫外線U1は前面パネル側に透けてしまうが、本実施の形態のように第1の蛍光体層31が存在する場合には、この紫外線U1が変換されて可視光V1が発生するので、それだけで発光効率が向上する。

【0040】ただし、第1の蛍光体層31の可視光透過率が小さいとセル内で発生した可視光V2が有効に取り出せなくなるので、発光効率を向上させるためには、第1の蛍光体層31の可視光透過率を適当な範囲に設定する必要がある。

【0041】発光効率を向上させるのに好ましい条件については、次のように考えられる。まず、第1の蛍光体層31と第2の蛍光体層32とを比べると、上記のように第1の蛍光体層31は可視光を透過させる必要があるのに対して、第2の蛍光体層32は可視光を透過させる必要がないので、第1の蛍光体層31の平均可視光透過率は、第2の蛍光体層32の平均可視光透過率よりも大

きくなるよう設定することが好ましい。

【0042】上記のような可視光透過率の関係に設定するためには、第1の蛍光体層31の蛍光体粒子の充填率 $d1$ (単位空間当たりの蛍光体粒子が占める体積比率)は、第2の蛍光体層32の充填率 $d2$ よりも小さく(即ち、 $d1 < d2$ )設定すればよい。これは、充填率と可視光透過率との間には相関関係があって、充填率が小さい程、即ち、蛍光体粒子の粒子間の空隙率が大きい程、可視光透過率は大きくなるという知見に基づいている。特に、第1の蛍光体層31の充填率 $d1$ は、その可視光透過率が50%以上となるように設定することが好ましい。なお、側面部32bにおいてはその部分の可視光反射率をより高くする方が第1の蛍光体層への入射光量を増加させられるので、その部分の充填率は、背面部32aよりも大きく設定することが望ましい。

【0043】また、第2の蛍光体層32については次のように考察される。

【0044】第2の蛍光体層32では、発生した可視光を前面パネル側に反射させるために第1の蛍光体層31よりも蛍光体粒子の充填率が大きくなるように設定することが望ましいが、ここで第1の蛍光体層31への可視光の入射光量を増加させてパネル輝度の向上を図ろうとすれば可視光透過率を50%よりも小さく設定することが好ましい。更に、第2の蛍光体層32について詳細に論及すれば、背面部32aでは、下に可視光反射層23が形成されているので、可視光透過率が比較的高くても可視光V2の発光量を確保し易いのに対して、側面部32bでは、下に可視光反射層23がないので、可視光透過率が低くなければ可視光V2の発生量を確保しにくい。従って、側面部32bは、背面部32aよりも若干可視光透過率が低くなるように充填率は同じであっても厚みを背面部32aよりも厚く設定するのが好ましい。

【0045】なお、本実施の形態では、可視光反射層23を設けているが、可視光反射層23が配設されていないような構成の場合(例えば、可視光反射層23の代わりに通常の誘電体ガス層が配設されているような場合や第2の蛍光体層が前面ガラス基板21上に直接配設されている場合)には、前面ガラス基板21に沿った部分の厚みも上記側面部と同じように厚めに設定することが好ましい。

【0046】[放電ガスの組成及び封入圧力について]放電ガスは、従来から用いられているヘリウム-キセノン系やネオン-キセノン系といったガス組成のものを用いることもできるが、本実施の形態では、ヘリウム(He)、ネオン(Ne)、キセノン(Xe)、アルゴン(Ar)を含む希ガスの混合物を用いることとする。このような組成の放電ガスを用いることによって、発光効率の向上と放電電圧の低下を図ることができる。

【0047】ここで、キセノンの含有量は5体積%以下、アルゴンの含有量は0.5体積%以下、ヘリウムの

含有量は55体積%未満とすることが好ましい。

【0048】また、放電ガスの封入圧力は、従来の一般的な封入圧力よりも高い500～4000Torrに設定するが、このように高い封入圧力とすることも、発光効率の向上に寄与する。特に、大気圧以上の760～4000Torrの範囲に設定することが、高い発光効率を得るのに好ましい。

【0049】ただし、封入ガス圧の増加に伴って放電開始電圧が増加するので、1000～2000Torr付近の封入圧力とすることが、パネル特性にとって最も良好と考えられる。

【0050】なお、上記のように封入圧力を高く設定すると、放電中に発生するイオンのエネルギーが低くなるので、第1の蛍光体層31の経時的な劣化を防止し、パネル輝度の低下を抑える効果も奏する。

【0051】(PDPの製造方法について)上記構成のPDPは、次のようにして作製することができる。

【0052】前面パネル：前面ガラス基板11上に、まず、銀電極用のペーストをスクリーン印刷で塗布した後、焼成する方法で表示電極12をストライプ状に形成する。

【0053】そして、表示電極12を形成した前面ガラス基板11の表面全体に、スクリーン印刷法で鉛ガラスを塗布し、焼成することによって、誘電体ガラス層13を形成する。

【0054】次に、誘電体ガラス層13の表面全体に、CVD法(化学蒸着法)を用いて、酸化マグネシウムの保護層14を形成することによって、前面パネルを作製する。

【0055】CVD法による保護層の形成においては、CVDの装置内にガラス基板をセットし、これにソースとしてのマグネシウム化合物及び酸素を送り込んで反応させることによって、基板上に酸化マグネシウムの層を形成する。ここで用いるソースの具体例としては、アセチルアセトンマグネシウム[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、シクロペンタジエニルマグネシウム[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]を挙げることができる。

【0056】背面パネルの作製：背面ガラス基板21の上に、銀電極用のペーストをスクリーン印刷し、その後焼成する方法によってアドレス電極22をストライプ状に形成する。

【0057】そして、アドレス電極22を形成した背面ガラス基板21の表面上に、スクリーン印刷法で、酸化チタン粒子を含む誘電体ガラスを塗布し、焼成することによって、可視光反射層23を形成して、背面パネル20を作製する。

【0058】なお、可視光反射層23の形成方法としては、背面ガラス基板の表面上に先ず隔壁を設置した後、隔壁の間に酸化チタンを含むインキを塗布して形成することもできる。

【0059】隔壁及び蛍光体層の形成：背面パネル20の可視光反射層23の上に、ガラス製の隔壁材料をスクリーン印刷法で所定間隔のストライプ状に繰り返し塗布した後、焼成することによって、隔壁30を形成する。

【0060】前面パネル110の保護層14の上の所定領域に、赤、緑、青の蛍光体を塗布し、焼成を行うことによって、第1の蛍光体層31を形成する。

【0061】各色の蛍光体としては、一般的なPDPで用いられている蛍光体を用いることができるが、ここでは、赤色蛍光体としては(Y<sub>3</sub>Gd<sub>1-x</sub>)BO<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>、緑色蛍光体としては(Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn)、青色蛍光体としてBaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup>を用いることとする。

【0062】この蛍光体の塗布方法としては、スクリーン印刷法で蛍光体インキを塗布する方法以外に、半導体の製造において通常用いられているフォトリソグラフィ技術を用いる方法もある。

【0063】即ち、感光性樹脂に蛍光体を練り込んだ蛍光体ペーストを全面に塗布した後、フォトリソグラフィ法でパターンニングを行うという工程を、色ごとに順に行うことによって、3色の蛍光体層を形成することもできる。

【0064】高精細のパネル構造の場合、スクリーン印刷法では十分な精度が得られにくく混色などが発生することもあるが、このフォトリソグラフィ法を用いれば高精細のパネル構造でも精度よく蛍光体層を形成することができる。

【0065】一方、背面パネル20上の隔壁30と隔壁30との間に形成されている凹部に、赤、緑、青の蛍光体を含むインキ或はペーストを塗布し、焼成することによって第2の蛍光体層32を形成する。ここで用いる蛍光体は、第1の蛍光体層31に用いるものと同一のものである。

【0066】この隔壁30間の凹部への蛍光体の塗布に際し、凹部の底面上(即ち、可視光反射層23の表面上)と、凹部の側面上(即ち隔壁30の側面上)との各々に、適度な膜厚で蛍光体が付着するように塗布を行う。

【0067】そのような蛍光体の塗布は、蛍光体ペーストを用いてスクリーン印刷法で行える場合もあるが、スクリーン印刷法の場合は、凹部の側壁に蛍光体ペーストを付着させるのが難しく、特に詳細なセル構造の場合には困難である。

【0068】これに対して、図4に示すようなインキ充填装置を用いて、以下のように、ノズルから蛍光体インキを突出させて蛍光体インキを架橋させながらノズルを隔壁に沿って走査する方法によって塗布を行えば、比較的容易に凹部の側壁にも蛍光体インキを付着させることができる。

【0069】図4のインキ充填装置50では、加圧ボン



11

ア(不図示)からヘッダ51に蛍光体インキが送り込まれ、ノズル52から突出されるようになっている。

【0070】このインキ充填装置50を用いて、ノズル52から蛍光体インキを突出しながら、ノズル52を隔壁30の側面との距離を、蛍光体インキが表面張力で架橋される程度に十分近づけた状態に保ち、ヘッダ51を隔壁30に沿って走査することによって、蛍光体インキを隔壁30間の凹部に塗布する。

【0071】この方法によれば、蛍光体インキを凹部の底面だけでなく、隔壁30の側面にも容易に付着させることができる。

【0072】また、形成される蛍光体層の形状(凹部の底面上と側面上との厚さの比率)は、凹部の底面(可視光反射層23の表面)と隔壁30の表面との蛍光体インキに対する吸着力によっても大きく左右されるので、この表面状態を調整することによって、形成する蛍光体層の形状を調整することができる。

【0073】図5は、隔壁30間の凹部に充填された蛍光体インキが乾燥する様子の一例を示すものであって、(a)は蛍光体インキ塗布直後、(b)は乾燥途中、(c)は乾燥後の状態を示す。

【0074】例えば、隔壁30を形成する際に、蛍光体インキの隔壁30の側面に対する接触角が、蛍光体インキの可視光反射層23に対する接触角よりも小さくなるように、隔壁の材料を選択しておけば、本図に示されるように、隔壁30間の凹部に塗布された蛍光体インキが乾燥するときに、凹部の側面に多く付着して残るので、凹部の側面上の厚みを厚く、底面上の厚みを薄くすることができる。

【0075】上記したように第1の蛍光体層31の充填率が第2の蛍光体層32の充填率よりも小さくなるように蛍光体層を敷設するわけであるが、本実施の形態では、粒度分布の異なる蛍光体を用いたり、或は異なる粒子形状の蛍光体を用いることによって各蛍光体層を形成してある。

【0076】即ち、粒度分布の指標としては幾つか挙げられるであろうが、ここでは、下記式1で表される粒径集中度 $x$ を用い、この値の大きい蛍光体粒子を第1の蛍光体層31に、小さい値の蛍光体粒子を蛍光体層32に用いる。なお、本実施の形態ではこの粒径の測定には、コールターカウンタ粒度分析計(コールター株式会社製の粒度測定装置)を用いている。

【0077】

$$(式1) \quad x = 100 \cdot A / (A + d_{max} - d_{min})$$

但  $A$  : 平均粒径(通過率(重量比率)50%の時の粒径)

$d_{max}$  : 最大粒径(通過率(重量比率)90%の時の粒径)

$d_{min}$  : 最小粒径(通過率(重量比率)10%の時の粒径)

12

【0078】図6は、粒径集中度 $x$ (%)の異なる蛍光体粒子群を用いて蛍光体層を形成した場合の粒子の配列状態を2次的に表した模式図であり、(a)は、粒径集中度 $x$ (%)が大きい粒子群を用いた場合(第1の蛍光体層31)、(b)は、粒径集中度 $x$ (%)が小さい粒子群を用いた場合(第2の蛍光体層32)の粒子の配列状態を表している。なお、実際には、蛍光体層は上記したように焼成により形成するので、粒子は原形を失って、焼成前の粒子の配列状態とは若干異なると考えられるが、図示したような配列状態をとっていることは電子顕微鏡観察によって確認している。

【0079】まず、粒径集中度 $x$ (%)の大きい粒子群を用いた場合には、図(a)に示すように、所定の空間当たり(図中点線枠内)の空隙率が大きい。これに対して、粒径集中度 $x$ (%)の小さい粒子群を用いた場合には、図(b)に示すように、所定の空間当たり(図中点線枠内)の空隙率が小さい。つまり、粒径集中度 $x$ (%)の大きい粒子群を用いた場合の充填率 $d$ は、粒径集中度 $x$ (%)の小さい粒子群を用いた場合の充填率 $d$ よりも小さい状態で粒子が配列することになる。粒径集中度 $x$ (%)の小さい粒子群の方が、粒径集中度 $x$ (%)の大きい粒子群を用いた場合に比べて小径の粒子の数の占める比率が多くなるため、大粒子間の空隙にその小粒子が入り込み、空隙が減少し充填率が大きくなるのである。また、このような粒径集中度 $x$ (%)の違いによる充填率の低減に基づくバールの輝度向上に比べて有効な粒径集中度 $x$ (%)は、50%以上であることが好ましく、この範囲でも更に輝度を安定化させるといった観点からは80%以上であることがより好ましいことを実験的に確認してある。

【0080】また、下記式2で表される $y$ 値(球状度)を指標とし、粒子形状の異なる蛍光体を用いて各蛍光体層を形成することである。

$$【0081】(式2) \quad y = c / a$$

但  $c$  : 蛍光体粒子の中心点から粒子表面の最も近い点までの距離

$a$  : 蛍光体粒子の中心点から粒子表面の最も遠い点までの距離

【0082】即ち、この球状度 $y$ が大きいもの、即ち粒子形状が球状のものを第1の蛍光体層31に、この球状度 $y$ が小さいもの、即ち粒子形状が球状から変形した板状のものも第2の蛍光体層32の形成に用いた。なお、この球状度の測定は、本実施の形態では電子顕微鏡を用いた画像処理装置により行い、その結果に基づいて上記した球状度 $y$ 値が0.8  $\leq y \leq 1.0$ の範囲に分布する蛍光体を「球状」と、球状度 $y$ 値が $y < 0.8$ の範囲に分布する蛍光体を「板状」と定義している。

【0083】図7は、上記球状度の異なる蛍光体粒子群を用いて蛍光体層を形成した場合の粒子の配列状態を2次的に表した模式図であり、(a)は、球状度 $y$ が大

13

きい粒子群を用いた場合(第1の蛍光体層31)、  
(b)は、球状度 $\gamma$ が小さい粒子群を用いた場合(第2の蛍光体層32)の粒子の配列状態を表している。なお、ここでも実態には、蛍光体層は上記したように焼成により形成するので、粒子は原形を失っていて、焼成前の粒子の配列状態とは若干異なると思われるが、図示したような配列状態とされていることは電子顕微鏡観察によって確認している。

【0084】まず、球状度 $\gamma$ の大きい球状の粒子群を用いた場合には、図(a)に示すように、所定の空間当たり(図中点線枠内)の空隙率が大きい、これに対して球状度 $\gamma$ の小さい板状の粒子群を用いた場合には、図(b)に示すように、所定の空間当たり(図中点線枠内)の空隙率が小さい。つまり、球状の粒子群を用いた場合の充填率 $d1$ は、板状の粒子群を用いた場合の充填率 $d2$ よりも小さい状態が配列することになる。板状の粒子群の方が、球状の粒子群を用いた場合に比べて、各粒子が密に配列するので空隙が減少し充填率が大きくなるのである。なお、このような球状度が大きい特殊な蛍光体は、例えば、特開平62-201989号公報や特開平7-268319号公報に記載されているような方法を適用することによって製造することができる。

【0085】更に、粒径集中度 $x(\%)$ が大きく且つ球状度が大きい粒子群を用いれば、何れか一方を満足する粒子群を用いる場合と比べて、いっそう空隙率を大きく、つまり充填率を小さくすることができる。

【0086】なお、蛍光体層の充填率を小さく設定するのに、用いる蛍光体ペーストの蛍光体濃度を低く設定することによって行うこともできるが、この場合には有機バインダ量が增多するためこれが焼成後も不純物として残りパネル輝度を劣化させる可能性があるため、その点でも上記したような粒度分布を変えたり、粒子形状を変えたりすることにより充填率を設定する方法は有効である。また、このように可視光透過率の向上を図るのに蛍光体層の空隙率(充填率)を大きく(小さく)設定する以外に、膜厚を単に薄くする方法も考えられるが、同じ可視光変換率に設定した場合に、空隙率(充填率)が大きく(小さく)なるように形成してある方が、可視光の透過率は大きくなると思われるのでパネル輝度の向上を図るには望ましいと思われる。

【0087】パネル貼り合わせによるPDPの作製：上記のように作製した前面パネル10と、隔壁30付きの背面パネルとを、表示電極12とアドレス電極22とが交差するように対向させて、封着用ガラスを用いて貼り合わせると共に、隔壁30で仕切られた放電空間内を、高真空( $8 \times 10^{-7}$ Torr)に排気した後、所定の組成の放電ガスを所定の圧力で封入することによってPDPを作製する。

【0088】

14

【実施例】【実施例1】4.2インチのハイビジョンテレビ用のディスプレイに合せて、隔壁30の高さを0.1mm、隔壁30の間隔(セルピッチ)を0.15mmに設定した上記実施態の形態に基づいて幾つかの条件で蛍光体を形成したPDPを作製し、上記効果について検証した。

【0089】誘電体ガラス層13は、酸化鉛[PbO]70重量%と酸化ホウ素[B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]15重量%と酸化ケイ素[SiO<sub>2</sub>]15重量%とを、有機バインダー( $\alpha$ -タービネオールに10%のエチルセルロースを溶解したもの)に混合してなる組成物を、スクリーン印刷法で塗布した後、580℃で10分間焼成することによって形成し、その膜厚は20 $\mu$ mに設定した。

【0090】保護層14は、プラズマCVD法により、厚さ1 $\mu$ mに形成した。

【0091】可視光反射層23は、鉛ガラスに酸化チタン粒子を混合する以外は誘電体ガラス層13と同様に形成した。

【0092】第2の蛍光体層32に用いる蛍光体に粒径集中度が40%のものを用い、第1の蛍光体層31に用いる蛍光体には粒径集中度を30%、40%、50%、60%、70%、80%、95%と異なるものを用いた以外は、第1及び第2の蛍光体層31、32双方ともに、平均粒径3 $\mu$ mの蛍光体含有する各蛍光体インキを、スクリーン印刷法で塗布し、焼成を行うことによって平均厚さ20に形成した。なお、例えば平均粒径3 $\mu$ mで粒径集中度(%)が50%の蛍光体は、10%通過率(重量)のときの粒径が1.5 $\mu$ mで90%通過率(重量)のときの粒径が4.5 $\mu$ mであり、粒径集中度(%)が80%の蛍光体は、10%通過率(重量)のときの粒径が2.625 $\mu$ mで90%通過率(重量)のときの粒径が3.375 $\mu$ mである。

【0093】封入する放電ガスの組成は、5%キセノン(Xe)ガスを含むヘリウム(He)ガスを放電ガスとして500Torr封入した。

【0094】以上のようにして作製したPDPを80V、周波数30KHzで駆動させた時のパネルの輝度を測定し、フロントカバープレートの第1の蛍光体層31に用いた粒径集中度(%)が輝度に対する影響を調べた。図8にこの結果を第1の蛍光体層31に用いた蛍光体の粒径集中度(%)を横軸に、パネル輝度を縦軸にしてプロットした。なお、この図においてパネル輝度は、粒径集中度が30%の時の輝度を基準(100)とし、それに対する相対値で表してある。

【0095】この特性図に示すように、第1の蛍光体層31に用いる蛍光体の粒径集中度(%)が大きくなるほどパネルの相対輝度は向上していることがわかる。これは上記したように粒径集中度(%)が大きいほど第1の蛍光体層31の充填率が小さくなって蛍光体粒子間の空隙率が高くなり、従って当該第1の蛍光体層31から透

過する可視光量が増すからである。

【0096】更に、詳細に第1の蛍光体層31に用いる蛍光体の粒径集中度(%)と相対輝度との関係を考察すると、上記特性図から粒径集中度(%)が50%未満では、パネル輝度の向上効果は小さく、50%以上とすれば高いパネル輝度向上効果が得られることが分かる。このことから第1の蛍光体層31に用いる蛍光体の粒径集中度(%)は、50%以上に設定することが望ましいと言える。尤も、第1の蛍光体層31の可視光透過率が同じであっても、バックプレート側での可視光の反射率を更に高めることによって、具体的には例えば第2の蛍光体層32を粒径集中度の更に小さい蛍光体を用いて充填率を密に形成し、その側面部32bの可視光反射率を高く設定することによって、第1の蛍光体層31に入射する可視光量を増し第1の蛍光体層31から透過する可視\*

パネルの構成および特性(蛍光体膜厚:20 $\mu$ m)

パネル番号	蛍光体層32の蛍光体粒子形状	蛍光体層31の蛍光体粒子形状	相対輝度
1	球状	板状	100
2	球状	球状	111
3	板状	板状	108
4	板状	球状	115

【0099】パネル1は、第1の蛍光体層31を板状の蛍光体で第2の蛍光体層32を球状の蛍光体により形成したものであり、パネル2は、第1の蛍光体層31を球状の蛍光体で第2の蛍光体層32を球状の蛍光体により形成したものであり、パネル3は、第1の蛍光体層31を板状の蛍光体で第2の蛍光体層32を板状の蛍光体により形成したものであり、又パネル4は、第1の蛍光体層31を球状の蛍光体で第2の蛍光体層32を板状の蛍光体により形成したものである。

【0100】上記表1においてパネル1とパネル2、パネル3とパネル4との比較から第1の蛍光体層に球状の蛍光体を用いることによってパネル輝度の向上を図ることができることが分かる。これは上記したように球状の蛍光体で第1の蛍光体層31を形成すれば充填率を小さく蛍光体粒子間の空隙率を高くでき、従って当該第1の蛍光体層31から透過する可視光量が増すからである。しかも、同じように第1の蛍光体層31に球状の蛍光体を用いた場合であっても、バックプレート側での可視光の反射率を更に高めることによって、第1の蛍光体層31から透過する可視光量を増くしパネル輝度の向上を図ることを意味している。

【0101】〔その他の事項〕本発明は、上記実施の形態に限定されないのは言うまでもなく、発明の要旨を逸

\*光量を増やすことによりパネル輝度の向上を図ることもできる。また、粒径集中度(%)が80(%)以上となると相対輝度は120%付近まで向上するものの、その変化率が小さくなっている。このことから、第1の蛍光体層31に用いる蛍光体の粒径分布の変動の影響を減殺してより安定したしかも高いパネル輝度を得るには、粒径集中度(%)が80(%)以上のものを蛍光体を用いることが好ましいことも分かる。

【0097】〔実施例2〕次に、上記図像にて表1に示したようなパネル1〜4のPDPを作製し上記図像に駆動させて粒子形状とパネル輝度(相対輝度)との関係について考察した。

【0098】

【表1】

\*脱しない範囲において次のような変形例や効果が考えられる。

【0102】(1) 例えば、青色蛍光体に関してのみ、上記したような第1及び第2の蛍光体層を形成して、それ以外は従来同様に第2の蛍光体層のみとすることによって、発光効率を従来よりある程度高めることはできる。これは、従来のPDPにおいては、通常、青色蛍光体が最も輝度が得られ難い実情から、赤色、緑色蛍光体層の塗布量を少なくしたり、シリカなどの添加剤を加えるなどして当該蛍光体層の輝度を低く設定し白バランスを採っていたため、パネル輝度は、青色蛍光体の輝度に制約されざるをえなかったが、この青色蛍光体の輝度の向上が実現されることで、その制約が解除されるからである。

【0103】(2) 上記実施の形態では、交流型のPDPを例に挙げて説明したが、これに限られず、直流型のPDPであっても同様に実施することができる。

【0104】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、蛍光体層は、上記バックプレートの表面上と前記隔壁の壁面と上記フロントカバープレートの表面上とにわたって配設されていると共に、フロントカバープレートにおける蛍光体層の空隙率(充填率)は、バックプレート及び隔壁における蛍光体層の空隙率(充填率)よりも大きい(小さい)ので、又平均粒径をA、所定の分布範囲での最大粒径をdmax、最小粒径をdminとし $x=10$

$0 \cdot A / (A + d_{\max} - d_{\min})$  で表される  $x$  を粒径集中度 (%) と定義した場合に、上記フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度は、上記バックプレート及び隔壁における蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の粒径集中度よりも大きいので、更には、蛍光体粒子の中心点から粒子表面の最も近い点までの距離を  $a$ 、最も近い点までの距離を  $c$  とし、 $c/a$  を粒子の球状度と定義した場合に、上記フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の球状度は、上記バックプレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の球状度よりも大きいので、発光効率を従来より高め、微細なセル構造の場合にも高い発光効率で作動させることができる。

【0105】ここで、フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の上記粒径集中度  $x$  を 50% 以上とすることが望ましい。

【0106】また、フロントカバープレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の上記粒径集中度  $x$  を 80% 以上とすることがより望ましい。

【0107】更に、隔壁及びバックプレートにおける蛍光体層の形成に用いる蛍光体粒子の上記粒径集中度  $x$  を 50% 未満とすることが望ましい。

【0108】また、上記蛍光体層を第一の電極に対峙する領域には形成されていない構成がより望ましい。

【0109】加えて、上記ガス媒体の封入圧を 760 ~ 4000 Torr に設定すればより望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態の交流面放電型 PDP の概略を示す斜視図である。

【図2】図1の X-X 線矢視断面図である。

【図3】図1の Y-Y 線矢視断面図である。

【図4】蛍光体層の形成に用いるインキ充填装置の概念図である。

【図5】隔壁 30 間の凹部に充填された蛍光体インキが乾燥する様子の一例を示すものであって、(a) は蛍光体インキ塗布直後、(b) は乾燥途中、(c) は乾燥後の状態を示す。

【図6】粒径集中度  $x$  (%) の異なる蛍光体粒子群を用いて蛍光体層を形成した場合の粒子の配列状態を 2 次元的に表した模式図であり、(a) は、粒径集中度  $x$  (%) が大きい粒子群を用いた場合 (第 1 の蛍光体層 31)、(b) は、粒径集中度 (%) が小さい粒子群を用いた場合 (第 2 の蛍光体層 32) の粒子の配列状態を表

している。

【図7】球状度の異なる蛍光体粒子群を用いて蛍光体層を形成した場合の粒子の配列状態を 2 次元的に表した模式図であり、(a) は、球状度の大きい粒子群を用いた場合 (第 1 の蛍光体層 31)、(b) は、球状度が小さい粒子群を用いた場合 (第 2 の蛍光体層 32) の粒子の配列状態を表している。

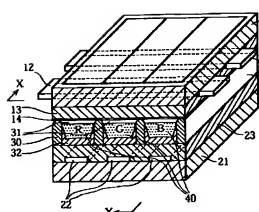
【図8】第 1 の蛍光体層に用いる蛍光体の粒径集中度 (%) とパネル輝度との関係を表す特性図である。

【図9】従来の交流型 (AC 型) の PDP の一例を示す概略断面図である。

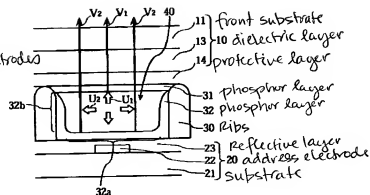
【符号の説明】

- 10 前面パネル (フロントカバープレート)
- 11 前面ガラス基板
- 12 表示電極
- 13 誘電体ガラス層
- 14 保護層
- 14 a 切り欠き
- 20 背面パネル (バックプレート)
- 21 背面ガラス基板
- 22 アドレス電極
- 23 可視光反射層
- 30 隔壁
- 31 第 1 の蛍光体層
- 32 第 2 の蛍光体層
- 32 a 背面部
- 32 b 側面部
- 40 セル空間
- 50 インキ充填装置
- 51 ヘッド
- 52 ノズル
- 61 前面ガラス基板
- 62 表示電極
- 63 誘電体ガラス層
- 64 誘電体保護層
- 65 背面ガラス基板
- 66 アドレス電極
- 67 隔壁
- 68 蛍光体
- 68 B 青色蛍光体層
- 68 R 赤色蛍光体層
- 68 G 緑色蛍光体層
- 69 放電空間

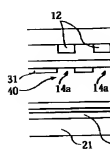
【図1】



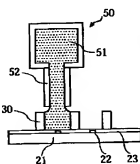
【図2】



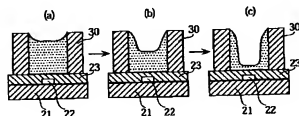
【図3】



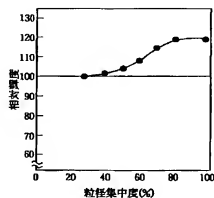
【図4】



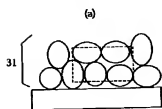
【図5】



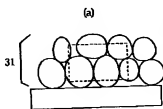
【図8】



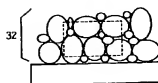
【図6】



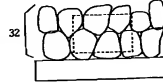
【図7】



(b)



(b)



【図9】

